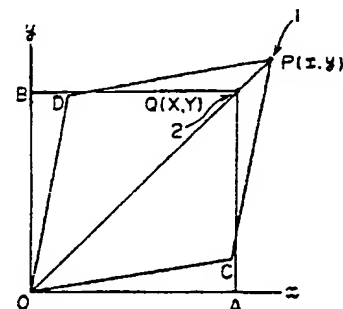


(54) MARKING CONTROL METHOD FOR SCANNING TYPE LASER BEAM  
MARKER

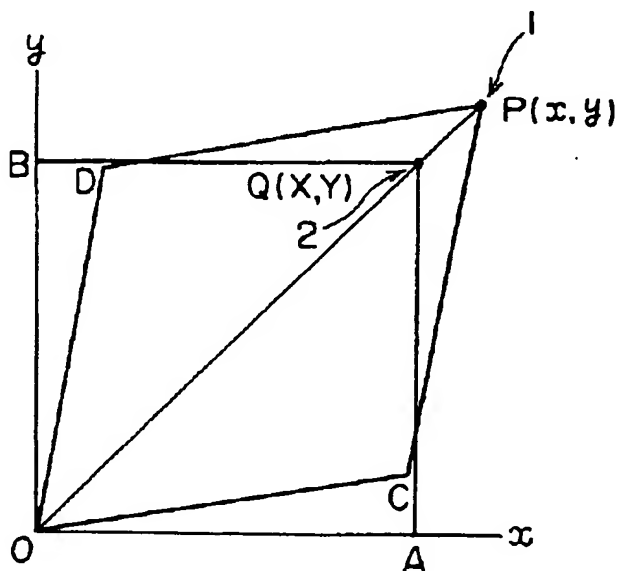
(11) 5-146887 (A) (43) 15.6.1993 (19) JP  
(21) Appl. No. 3-336200 (22) 26.11.1991  
(71) NEC CORP (72) TOSHISADA TAKAHASHI  
(51) Int. Cl. B23K26.08, B23K26.00, G05D3.00, G05D3.12

**PURPOSE:** To provide the marking control method of the scanning type laser beam marker which eliminates an adjusting mechanism improves vibration resistance and adjusts the orthogonality and parallelism in a short time.

**CONSTITUTION:** In the marking control method of the scanning type laser beam marker to perform marking by a scanning system by using a first galvanometer and a second galvanometer, the first and second galvanometers are operated, respectively to measure angles  $\alpha$  (radian) and  $\beta$  formed between a marked straight line and an X axis which is a reference line of a positioning mechanism of a work and convert these into the position at an orthogonal coordinate system under a specified condition. The minute variations of a marking shape in the mobile axial direction of the first galvanometer and the second galvanometer are then calculated from an initial position coordinate value and a final position coordinate value of marking which are synchronized with a laser beam pulse. A coordinate value obtained by adding the calculated minute variations to the initial position coordinate value is given to the first galvanometer and the second galvanometer in order, the sequence of points produced by the laser beam pulse is overlapped and marking is performed.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のガルバノメータと第2のガルバノメータを用いてスキニング方法によりマーキングするスキニング型レーザマーカのマーキング制御方式において、前記第1のガルバノメータを独立に操作して一定長の直線をマーキングしこの直線がマーキングされるワークの位置決め機構の基準線であるx軸とのなす角度 $\alpha$ （ラジアン）を計測し、前記第2のガルバノメータを独立に操作して一定長の直線をマーキングしこの直線がマーキングされるワークの位置決め機構の基準線であるx軸とのなす角度 $\beta$ （ラジアン）を計測し、 $\alpha \neq 0$ あるいは $\beta \neq \pi/2$ ときの直交座標系の原点と $\alpha = 0$ かつ $\beta = \pi/2$ のときの直交座標系の原点を一致させておき、 $\alpha \neq 0$ あるいは $\beta \neq \pi/2$ のときの直交座標系での位置をアフィン変換により $\alpha = 0$ かつ $\beta = \pi/2$ のときの直交座標系での位置に変換することを特徴とするスキニング型レーザマーカのマーキング制御方法。

【請求項2】 マーキングの初期位置座標値と最終位置座標値とから前記第1のガルバノメータと前記第2のガルバノメータの移動軸方向でのマーキング形状の微小変化量を算出し、一定微小時間ごとにレーザパルスに同期させて、算出された微小変化量を初期位置座標値に加えた座標値を順次前記第1のガルバノメータと前記第2のガルバノメータに与え、次々とレーザパルスがもたらす点列をオーバーラップさせてマーキングすることを特徴とする請求項1記載のスキニング型レーザマーカのマーキング制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、2つのガルバノメータを用いてスキニング方式によりマーキングするスキニング型レーザマーカのマーキング制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 2つのガルバノメータを用いてスキニング方式によりマーキングするスキニング型レーザマーカにおいて、従来のマーキング制御方式では、2つのガルバノメータの取り付け位置によって決まる直交度およびガルバノメータ系とワーク位置決め機構とのなす角度によって決まる平行度を正確に出すために、次のようにして調整を行っていた。

## 【0003】 (1) 直交度の調整：

【0004】 ①. 2つのガルバノメータを各々独立に動かして原点を通る2本の直線をマーキングする。

【0005】 ②. これら2本の直線が原点で交わる角度を測定する。

【0006】 ③. 2本の直線が交わる角度が $\pi/2$ になるように、ジンバル機構により2つのガルバノメータの相対的角度関係を試行錯誤的に繰り返し調整する。

## 【0007】 (2) 平行度の調整：

【0008】 ガルバノメータ系を固定しているベースを

取り付けている部分にあるクリアランスホールまたはガルバノメータ系を固定しているベースを $\theta$ 方向にスライドさせる機構を利用して、上記の2本の直線のうち一方とワークが位置決めされる基準線の方角とのなす角度が0（ラジアン）になるようにベースの取り付け角度を試行錯誤的に調整する。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来例においては、ガルバノメータ系の取り付け位置で決まる直交度と平行度の調整を試行錯誤的に行っており、さらに直交度の調整のためのジンバル機構等が必要であるために、振動に弱くしかも調整に時間がかかるという不都合があった。

## 【0010】

【発明の目的】 本発明の目的は、かかる従来例の有する不都合を改善し、とくに調整用の機構を排除し耐振動性を向上するとともに短時間で直交度と平行度の調整が可能なスキニング型レーザマーカのマーキング制御方法を提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 そこで、本発明では、第1のガルバノメータと第2のガルバノメータを用いてスキニング方式によりマーキングするスキニング型レーザマーカのマーキング制御方法において、第1のガルバノメータを独立に操作して一定長の直線をマーキングしこの直線がマーキングされるワークの位置決め機構の基準線であるx軸とのなす角度 $\alpha$ （ラジアン）を計測し、第2のガルバノメータを独立に操作して一定長の直線をマーキングしこの直線がマーキングされるワークの位置決め機構の基準線であるx軸とのなす角度 $\beta$ （ラジアン）を計測し、 $\alpha \neq 0$ あるいは $\beta \neq \pi/2$ ときの直交座標系の原点と $\alpha = 0$ かつ $\beta = \pi/2$ のときの直交座標系の原点を一致させておき、 $\alpha \neq 0$ あるいは $\beta \neq \pi/2$ のときの直交座標系での位置をアフィン変換により $\alpha = 0$ かつ $\beta = \pi/2$ のときの直交座標系での位置に変換するとともに、マーキングの初期位置座標値と最終位置座標値とから第1のガルバノメータと第2のガルバノメータの移動軸方向でのマーキング形状の微小変化量を算出し、一定微小時間ごとにレーザパルスに同期させて、算出された微小変化量を初期位置座標値に加えた座標値を順次第1のガルバノメータと第2のガルバノメータに与え、次々とレーザパルスがもたらす点列をオーバーラップさせてマーキングするという構成を採っている。これによって前述した目的を達成しようとするものである。

## 【0012】

【作用】 まず各ガルバノメータを独立に一定長さだけ直線をマーキングして、この2つの各直線がマーキングされるワークの位置決め機構の基準線であるx軸となす角度すなわち $\alpha$ と $\beta$ （ラジアン）を計測する。 $\alpha = 0$ 、 $\beta = \pi/2$ のときはガルバノメータとワークの位置決め機構

との間の平行度が出ていて、しかも2つのガルバノメータが直交しているので、座標変換の必要はなくあるパターンをマーキングすると指定した通りの角度と長さを持つ正確なパターンが得られる。しかしながら $\alpha \neq 0$ あるいは $\beta \neq \pi/2$ ときはこの場合の直交座標系を $\Omega$ とし、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = \pi/2$ のときに決まる直交座標系を $\Omega_0$ としこれら2つの座標系 $\Omega_0$ と $\Omega$ の原点を一致させておき、座標系 $\Omega_0$ での位置 $(x, y)$ を次式を用いて座標系 $\Omega$ での位置 $(X, Y)$ に変換する。

【0013】

$$X = (x \sin \beta - y \cos \beta) / \sin (\beta - \alpha)$$

【0014】

$$Y = (-x \sin \alpha + y \cos \alpha) / \sin (\beta - \alpha)$$

【0015】次にマーキングする場合には初期位置から一定時間 $\Delta t$ ごとに $X$ 、 $Y$ ともに微小量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ ずつ\*

$$\Delta X = -v \cos (nv/r \Delta t + \theta s - \beta) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t$$

【0021】

$$\Delta Y = v \cos (nv/r \Delta t + \theta s - \alpha) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t$$

【0022】ここで、 $n$ は増加回数であり $1 \leq n \leq N$ の値をとる。ただし $N$ は $\theta$ が $\theta_e$ に一致するときの増加回数である。

【0023】

【発明の実施例】以下、本発明の一実施例を図1ないし図4に基づいて説明する。

【0024】レーザマーカにおける光学部は、固定された2つのガルバノメータと、ビームエキスパンダと、反射ミラーと、 $f \theta$ レンズと、2つのガルバノメータとレーザを制御するとともに移動指定量を補正するソフトウェアとから構成されている。

【0025】次に、本実施例の動作について説明する。

【0026】ここでは、2つのガルバノメータを独立に移動させてマーキングした場合に描かれる線が原点で交わる2本の歪のない直線となり、指定した位置に指定した通りの長さで描かれるようにシステムゲイン（指定長に対する実際のマーキング長の割合）が正しくすでに調整されているものとする。

【0027】マーキングされるワークが位置決めされる基準線の方角を $x$ 軸とするワーク座標としての直交座標系を $(x, y)$ とし、2つのガルバノメータの取り付け角度によって決まるマーキング平面上の機械座標系の2つの軸を $X$ 軸、 $Y$ 軸とし、 $X$ 軸と $Y$ 軸が $x$ 軸となす角度をそれぞれ $\alpha$ 、 $\beta$ （ラジアン）とする。

【0028】また2つのガルバノメータは機械的にホルダーに固定されているものとする。

【0029】①、まず各ガルバノメータを独立に一定長 $p$ （mm）だけ直線をマーキングして、この2つの各直線がマーキングされるワークの位置決め機構の基準線である $x$ 軸となす角度すなわち $\alpha$ と $\beta$ （ラジアン）を計測する。ここで平行度および直交度に関する機構組立の精度としては、あと微調整を要するだけの範囲にあるもの

\*増加させた値をレーザパルスに同期させて順次各々 $X$ 軸、 $Y$ 軸のガルバノメータに与えていくことにより、次々にレーザパルスがもたらす点列をオーバーラップさせて加工させていき、最終的に目標位置に到達する。

【0016】ここで $x$ 軸と角度 $\phi$ をなす角度の直線を速度 $v$ でマーキングする場合には $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ は次式で求められる。

【0017】

$$\Delta X = v \sin (\beta - \phi) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t$$

10 【0018】

$$\Delta Y = v \sin (\alpha - \phi) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t$$

【0019】また原点に中心を持つ円弧（半径 $r$ 、 $\theta s \leq \theta \leq \theta e$ ）円弧をマーキングする場合には次式で求められる。

【0020】

$$\Delta X = -v \cos (nv/r \Delta t + \theta s - \beta) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t$$

とする。すなわち、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = \pi/2$ であるとする。

20 【0030】②、 $\alpha$ と $\beta$ の計測値に基づいて座標変換を行う。これは、以下の（a）（b）に分けられる。

【0031】（a） $\alpha = 0$ 、 $\beta = \pi/2$ のとき：このときはガルバノメータとワークの位置決め機構との間の平行度が出ていて、しかも2つのガルバノメータが直交しているため、座標変換の必要はなくあるパターンをマーキングすると指定した通りの角度と長さを持つ正確なパターンが得られる。

【0032】図2に示されるように、2つのガルバノメータを各々独立に移動させてマーキングした場合に、描かれる直線が直交しかつワーク位置決め機構と平行であり、その上システムゲインが正しいときは、長方形と円を指定した場合に長方形と円が正しく描かれている。

【0033】（b）。上記（a）以外の一般的な場合：図3に示されるように、2つのガルバノメータを各々独立に移動させてマーキングした場合に、描かれる直線が直交しないかワーク位置決め機構と平行でないとき、長方形と円を指定した場合に長方形が平行四辺形として、また円が楕円として描かれている。

40 【0034】この場合の直交座標系を $\Omega$ とし、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = \pi/2$ のときに決まる直交座標系すなわち上記（a）のワーク座標を $\Omega_0$ とする。ここではこれら2つの座標系 $\Omega_0$ と $\Omega$ の原点を一致させておく。

【0035】図4に示されるように座標系 $\Omega_0$ での点 $(x, y)$ と座標系 $\Omega$ での点 $(X, Y)$ が同一の点を表しているときの関係は、座標系 $\Omega_0$ での基本ベクトルを $(i, j)$ 、座標系 $\Omega$ での基本ベクトルを $(k, l)$ とすると以下のように表すことができる。

$$【0036】 x i + y j = X k + Y l$$

$$【0037】 k = \cos \alpha i + \sin \alpha j$$

$$50 【0038】 l = \cos \beta i + \sin \beta j$$

【0039】これらの関係から、一般的に(x, y)と(X, Y)との関係は次式の(1A), (1B)で表されることが知られている。

【0040】

$$x = X \cos \alpha / a + Y \cos \beta / b \cdots (1A)$$

【0041】

$$y = X \sin \alpha / a + Y \sin \beta / b \cdots (1B)$$

【0042】ここでa, bは各々X軸とY軸方向の指定長に対する実際のマーキング長の割合すなわちシステムゲインを示す。そしてa, bの値が1となるように調整\*10

$$X = (x \sin \beta - y \cos \beta) / \sin (\beta - \alpha) \cdots (3A)$$

【0047】

$$Y = (-x \sin \alpha + y \cos \alpha) / \sin (\beta - \alpha) \cdots (3B)$$

【0048】図1に示されるように、直交度かあるいは平行度がでない座標系Ωにおける位置P(x, y)は基準直交座標系Ω0からみたときの指定位置Qとは異なっている。ここではOA=OC=x, OB=OD=yである。このとき座標系Ωで点Qが指定されるように式(3A), (3B)を用いて座標変換を行った値(X, Y)を、座標系Ωで指示すれば指定した本来描かれるべきパターンをマーキングすることができる。

【0049】③. マーキングを行う。これは以下に示す(a) (b) (c)に分けられる。

【0050】(a) 直線をマーキングする場合: (X※

$$\Delta X = (\Delta x \sin \beta - \Delta y \cos \beta) / \sin (\beta - \alpha) \cdots (4A)$$

【0052】

$$\Delta Y = (-\Delta x \sin \alpha + \Delta y \cos \alpha) / \sin (\beta - \alpha) \cdots (4B)$$

【0053】ここでマーキングする直線がワークの位置決め機構の基準線であるx軸と角度φをなす場合には、この直線をマーキングする速度をvとすると、Δx, Δyは次式(5A) (5B)で与えられる。

$$\Delta x = v \cos \phi \Delta t \cdots (5A)$$

$$\Delta X = v \sin (\beta - \phi) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t \cdots (6A)$$

【0058】

$$\Delta Y = v \sin (\alpha - \phi) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t \cdots (6B)$$

【0059】(b). 円弧をマーキングする場合: 原点を一致させてとられている2つの座標系Ω0とΩの原点に中心を持つ円弧(半径r,  $\theta_s \leq \theta \leq \theta_e$ )上の点の座標系Ω0とΩにおける座標値を各々(x, y), (X, Y)とすると次式(7A) (7B)のように表すことができる。

$$x = r \cos \theta \cdots (7A)$$

$$y = r \sin \theta \cdots (7B)$$

【0062】従ってΔx, Δyは次式(8A) (8B)で与えられる。

$$\theta = \Sigma \Delta \theta = v / r \Sigma \Delta t = nv / r \Delta t \cdots (10)$$

【0069】従ってX, Y座標値をΔtごとに増加していく量ΔX, ΔYは、式(3), 式(8), 式(9)および式(10)から次式(11A) (11B)のように表すことができる。

\*されているものとする式(1A), (1B)は次の式(2A), (2B)となる。

【0043】

$$x = X \cos \alpha + Y \cos \beta \cdots (2A)$$

【0044】

$$y = X \sin \alpha + Y \sin \beta \cdots (2B)$$

【0045】この(2A) (2B)の各式から、XとYを求めると、次式(3A), (3B)を得る。

【0046】

※s, Ys)と(Xe, Ye)とを結ぶ直線をマーキングするものとする。(Xs, Ys)位置から一定時間ΔtごとにX, Yともに微小量ΔX, ΔYずつ増加させた値をレーザパルスに同期させて順次各々X軸, Y軸のガルバノメータに与えていくことにより、直線上に次々にレーザパルスがもたらす点列をオーバーラップさせて加工させていき、最終的に目標位置(Xe, Ye)に到達する。座標系Ω0と座標系Ωが異なる場合には式(3A) (3B)から明らかなように次式の(4A) (4B)で示されるΔX, ΔYが指定される。

【0051】

$$\Delta y = v \sin \phi \Delta t \cdots (5B)$$

【0056】従ってΔX, ΔYは式(4A) (4B)と式(5A) (5B)により、次式(6A) (6B)のように表すことができる。

★ 【0057】

$$\Delta x = -r \sin \theta \Delta \theta \cdots (8A)$$

$$\Delta y = r \cos \theta \Delta \theta \cdots (8B)$$

【0065】ここで円弧をマーキングする線速度をvとすると、時間Δt毎の角度θの変化量Δθは次式のように表される。

$$\Delta \theta = v / r \Delta t \cdots (9)$$

【0067】増加回数がn ( $1 \leq n \leq N$ , ただしNはθがθeに一致するときの増加回数)のときの角度θは式(9)を用いると次のように表される。

★ 【0068】

$$\Delta X = -v \cos (nv / r \Delta t + \theta_s - \beta) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t \cdots (11A)$$

$$\Delta Y = v \cos (nv / r \Delta t + \theta_s - \alpha) / \sin (\beta - \alpha) \Delta t \cdots (11B)$$



【図3】

